

## Beschreibung

## Verfahren und Vorrichtung zur Instandhaltung

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Instandhaltung eines Systems, in dem ein Realprozess abgewickelt wird.

10 Üblicherweise werden erforderliche Instandhaltungsmaßnahmen ereignisgesteuert oder zeitgetriggert durchgeführt. Bei ereignisgesteuerten Instandhaltungsmaßnahmen wird eine Prozesskomponente ausgetauscht oder repariert, wenn diese ausgefallen ist. Demgegenüber werden bei zeitgetriggerten Instandhaltungsmaßnahmen in regelmäßigen Zeitabständen Wartungsmaßnahmen durchgeführt, wodurch ein Ausfall der Prozessanlage verhindert werden soll.

Die präventive Instandhaltung ist insbesondere bei sehr komplexen Anlagen von herausragender Bedeutung. Der Ausfall beispielsweise einer Produktionsanlage kann sehr hohe Kosten hervorrufen. Daher werden komplexe Anlagen häufig durch Sensoren überwacht, und die Messwerte dafür verwendet, um Instandhaltungsbedarf zu erkennen. Typischerweise werden hierzu Messwerte von Anlagenkomponenten erfasst und während des Prozesses mitgeschrieben. Aus den Veränderungen der Messwerte lassen sich Tendenzen erkennen, die unter Umständen Instandhaltungsmaßnahmen erfordern. So kann beispielsweise der Druck in einer Anlage im Laufe der Zeit ansteigen, was beispielsweise auf eine Verstopfung einer Rohrleitung hinweist. Darüber hinaus können Vibrationen Rückschlüsse auf einen Lagerverschleiß geben oder das Messen des Phasenwinkeldreiecks in einem Antrieb auf einen ungünstigen Schlupf hinweisen. Nicht bei jeder Anlage lassen sich jedoch die einzelnen Komponenten ständig auf Verschleiß und dergleichen überwachen. So kann eine Überwachung beispielsweise bei sehr hohen Prozesstemperaturen, sehr kompakter Anlagenbauweise oder zu hoher Komplexität von Einzelkomponenten unwirtschaftlich sein.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht somit darin, die Möglichkeiten zur Erkennung von Instandhaltungsbedarf von Anlagen und Systemen zu verbessern bzw. zu erweitern.

- 5 Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gelöst durch ein Verfahren zur Instandhaltung eines Systems durch Ausführen eines Realprozesses in dem System, Ausführen eines Simulationsprozesses zeitlich parallel zu dem Realprozess, wobei der Simulationsprozess zumindest einen Teil des Realprozesses simuliert,
- 10 Vergleichen des Simulationsprozesses mit dem Realprozess oder dem Teil davon unter Gewinnen eines Vergleichsergebnisses und Ableiten von Instandhaltungsmaßnahmen aus dem Vergleichsergebnis.
- 15 Ferner wird die oben genannte Aufgabe gelöst durch eine Vorrichtung zur Instandhaltung eines Systems, auf dem ein Realprozess mit einem oder mehreren Realprozessschritten ablaufbar ist, mit einer Simulationseinrichtung zum Simulieren zumindest eines Teils des Realprozesses durch einen Simulationsprozess, wobei der Simulationsprozess zeitlich parallel zu dem Realprozess ausführbar ist, einer Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Simulationsprozesses mit dem Realprozess unter Gewinnen eines Vergleichsergebnisses und einer Steuerungseinrichtung zum Veranlassen einer Instandhaltungsmaßnahme auf
- 20 der Grundlage des Vergleichsergebnisses.
- 25

In vorteilhafter Weise kann mit der Erfindung damit eine produktionsgetriebene Instandhaltung ermöglicht werden, wobei die Simulation des Prozesses parallel zum realen Prozess abläuft. Dabei kann der Simulationsprozess beispielsweise mit

30 zugehörigen Produktionsparametern versorgt werden.

Weitere vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung und des erfindungsgemäßen Verfahrens finden sich

35 in den Unteransprüchen.

Die vorliegende Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert, in denen zeigen:

5       FIG1     ein Datenflussdiagramm eines realen Prozesses und  
              eines erfindungsgemäßen parallel laufenden Simula-  
              tionsprozesses;

10       FIG 2    ein Signalflussdiagramm zum Alarmieren und Vorhersa-  
              gen von Instandhaltungsbedarf; und

      FIG 3    ein Signalflussplan zur Durchführung von Instandhal-  
              tungsmaßnahmen.

15       Die nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele zeigen be-  
      vorzugte Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung.

20       FIG 1 zeigt einen schematischen Signalflussplan einer Steue-  
      rung eines realen Prozesses in der linken Hälfte des Bildes  
      und eines parallellaufenden Simulationsprozesses in der rech-  
      ten Hälfte des Bildes. Zur Steuerung des realen Prozesses  
      dient als Ausgangspunkt die Auftragssteuerung bzw. ein soge-  
      nannter Scheduler. Mit den Auftragsdaten wird eine Rezept-  
      steuerung (batch flexible) angesteuert. Aus einer Datenbank,  
25       der Rezeptverwaltung, bezieht die Rezeptsteuerung das bzw.  
      die gewünschten Rezepte. Diese Ansteuerung ist sowohl für  
      Stapelverarbeitungsprozesse (batch) als auch für kontinuier-  
      liche Prozesse geeignet.

30       Die eigentliche Anlagensteuerung bzw. Automatisierung erfolgt  
      in dem mit "Sequenz Logik" bezeichneten Block in FIG 1. Ein  
      eigener Baustein zwischen der Rezeptsteuerung und der Sequenz  
      Logik sorgt für die Koordination der Befehle hinsichtlich der  
      Semantik.

35       Die Sequenz Logik steht mit mehreren Funktionsblöcken FB in  
      Verbindung, die für die Automatisierung der einzelnen Schrit-  
      te zuständig sind. Die Sequenz Logik und die Funktionsblöcke

tauschen dann über eine Eingabe/Ausgabe-Peripherie Befehle und Messwerte mit den Prozesskomponenten des realen Prozesses aus. Als Beispiel eines realen Prozesses könnte ein einfacher Produktionsprozess dienen, der in einer vereinfachten Anlage durchgeführt wird. Ein Behälter steht mit einem Reaktor über ein Rohr in Verbindung. In dem Reaktor befinden sich zwei Aggregate, ein Rührer und ein Heizaggregat. Der Behälter wird mit einem bestimmten Stoff gefüllt. Während des Produktionsprozesses könnte der Reaktor mit dem Stoff aus dem Behälter gefüllt werden und anschließend den eingefüllten Stoff heizen und rühren. Die entsprechenden Verfahrensschritte sind Füllen, Heizen und Rühren. Jeder dieser einzelnen Verfahrensschritte bzw. Grundoperationen besitzt eine eigene interne Sequenz von Befehlsschritten, die in der Sequenz Logik umgesetzt wird. Beispielsweise kann der Verfahrensschritt Füllen die Befehle umfassen: Überprüfe Zustand der Zellradschleuse, öffne Schieber, überprüfe Füllstand usw. In einem Rezept zur Herstellung einer bestimmten Substanz sind die einzelnen Verfahrensschritte exakt festgelegt. Ähnlich einem Kochrezept enthält das Steuerungsrezept Parameter wie Prozesszeiten, Prozesstemperaturen usw. Darüber hinaus wird eine bestimmte Abfolge der Verfahrensschritte vorgegeben.

In der Sequenz Logik werden die einzelnen Verfahrensschritte zur Abfolge gebracht und der jeweilige Anfang und das Ende zeitlich festgelegt. Unter Vorgabe der Sequenz Logik übernehmen Funktionsbausteine die Einzelsteuerung von Anlagenkomponenten.

In der rechten Seite des Bildes von FIG 1 ist ein entsprechender Simulationsprozess dargestellt. Wie das reale Prozesssystem besteht das Simulationssystem aus einem Koordinationsbaustein mit nachfolgender Sequenz Logik und Equipment-Funktionsbausteinen. Die Eingabe/Ausgabe-Peripherie des realen Prozesses wird durch eine logische Peripherie simuliert. Der reale Prozess selbst muss zum einen in seinen Komponenten als auch in dem Verfahrensablauf selbst simuliert werden. Die

Komponenten werden in einer sogenannten Equipmentsimulation simuliert und die Verfahrenssimulation findet durch geeignete Zusammenschaltung der Equipmentsimulationsbausteine statt.

- 5 Aus einer Bibliothek mit RB-Klassen (Reaktionsbausteine) kann die logische Peripherie und die Equipmentsimulation durch einen Semantikmanager automatisch generiert werden.

Equipment-Stammdaten, Stoff-Stammdaten, Rohrleitungs-Stammdaten etc. fließen in die Verfahrenssimulation ein. Equipment-Stammdaten sind beispielsweise der Durchmesser von Behältern, Leistungsmerkmale von Ventilen, Pumpen usw. Stoff-Stammdaten sind Mengen, Körnung usw. des verwendeten Stoffes. Schließlich geben die Rohrleitungs-Stammdaten Abmessungen und sonstige relevante Größen der verwendeten Rohrleitungen wieder.  
15 Sämtliche Stammdaten können in Bibliotheken hinterlegt werden.

Erfindungsgemäß wird nun der reale Prozess mit dem Simulationsprozess synchronisiert. Dadurch findet ein Parallelablauf beider Prozesse statt, so dass ein unmittelbarer Vergleich der Prozessergebnisse ermöglicht wird. Dabei muss nicht der gesamte reale Prozess simuliert werden, sondern es kann beispielsweise ein besonders kritischer Prozessschritt, der bei-  
25 spielsweise eine ständige Überwachung erfordert, simuliert werden.

Die Verfahrenssimulation wird günstiger Weise von der Auftragssteuerung des realen Prozesses mitgesteuert. Es kann  
30 aber für die Simulation auch eine separate Steuerung vorgesehen werden. Darüber hinaus bezieht die Verfahrenssimulation die Rezepte vorzugsweise aus der Rezeptverwaltung des realen Prozesses. Diese unmittelbare Angliederung an den realen Prozess ist mit einer Voraussetzung für ein automatisches Engineering der Simulation. Jedenfalls ist sie hierfür ausgesprochen hilfreich.  
35

Durch die Simulation lassen sich die gesamte Anlage und/oder wesentliche Anlagenteile als virtuelle Anlage nachbilden.

Durch das gezielte Nachbilden von Anlagenteilen und das vergleichen der jeweiligen virtuellen und realen Verfahrenss-

5 schritte lässt sich Instandhaltungsbedarf je nach Größe der Simulationskomponente entsprechend gut lokalisieren. So können beispielsweise kritische Anlagenteile in feinere Verfahrensschritte unterteilt werden, so dass der Instandhaltungsbedarf besser lokalisiert werden kann. Bei unkritischen Anla-

10 ganteilen können mehrere Komponenten sowohl beim Vermessen des realen Prozesses als auch bei der Simulation zusammengefasst werden. Stellt sich nun aufgrund des Vergleichs der Resultate von Verfahrensschritten im realen und virtuellen Prozess eine feste Abweichung oder eine zeitlich zunehmende Ab-

15 weichung heraus, so können entsprechende Instandhaltungsmaßnahmen eingeleitet werden.

Erfindungsgemäß wird das verfahrenstechnische Verhalten einer Anlage untersucht, um Instandhaltungsbedarf frühzeitig erken-

20 nen zu können. Es wird also beispielsweise nicht die Vibration einer Pumpe gemessen, um Rückschlüsse auf einen Lagerverschleiß ziehen zu können, sondern es wird der Durchfluss gemessen und mit einem simulierten Idealdurchfluss verglichen, um die Alterung der Pumpe erkennen zu können.

25 In einer Weiterentwicklung könnte auch das Verhalten des in der Anlage befindlichen und verarbeiteten Stoffes simuliert werden. Aus dem simulierten und realen chemischen Umformungsprozess könnten Rückschlüsse auf die Anlage gezogen werden.

30 So könnten beispielsweise Abweichungen im physikalischen Zustand eines Stoffes, z.B. Viskosität, darauf hinweisen, dass ein Kühlgerät defekt ist. Ebenso könnten beispielsweise Abweichungen zwischen simuliertem und gemessenem PH-Wert darauf hindeuten, dass ein Rührer defekt ist.

35 Ob nun für Diagnosezwecke die physikalischen Parameter des in der Anlage befindlichen Stoffes oder typische Anlagengrößen

wie der Durchsatz verwendet werden, ist zweitrangig, solange erfindungsgemäß der Simulationsprozess parallel zum realen Prozess verläuft und Einzelergebnisse von Verfahrensschritten oder Gesamtergebnisse der Gesamtverfahren verglichen werden.

- 5 Für den jeweiligen Vergleich ist es notwendig, dass der Anfang und das Ende eines jeden zu vergleichenden Verfahrensschritts definiert und erkannt wird. Ebenso lassen sich eindeutige Indikatoren für Instandhaltungsbedarf ermitteln. So können beispielsweise unüblich lange Füllzeiten oder auch
- 10 lange Heizzeiten erkannt werden, die vom normalen Anlagenbetrieb abweichen. Diese Abweichungen müssen nicht zum Ausfall der gesamten Anlage oder zur Produktion von Ausschuss führen, sondern bedeuten unter Umständen lediglich, dass die Anlage nicht am projektierten Optimum fährt.

- 15 Je nach Größe der Abweichungen können die entsprechenden Instandhaltungsmaßnahmen durchgeführt werden. So kann bei einer geringen Abweichung zwischen dem realen und dem simulierten Prozess lediglich eine Warnung an das Instandhaltungsteam geleitet werden. Bei größeren Abweichungen könnte eine Störmeldung abgesetzt werden, die einen unmittelbaren Wartungsbedarf signalisiert.

- 25 Die Diagnoseinformationen, die man vom Parallellauf des realen und simulierten Prozesses erhält, kann auch zur Optimierung der Anlage verwendet werden. Wird beispielsweise die Anlage mit einer geänderten Rezeptur gefahren, so ändern sich die Verfahrensschritte und/oder deren Reihenfolge. Die Anlagensteuerung bzw. der Scheduler setzt das neue Rezept in
- 30 Zeitabläufe bzw. Zeitscheiben um. Bei Vielstoffanlagen beispielsweise sind diese Zeitscheiben in Abhängigkeit der verschiedenen Stoffe und Anlagenkomponenten zu koordinieren. Ziel dabei ist, alle Anlagenteile möglichst optimal auszulasten. Um das Scheduling online zu verbessern, kann der Simulationsprozess parallel zum realen Prozess laufen. Dadurch lässt sich eine Optimierung erzielen, ohne dass die Anlage
- 35 still stehen muss.

Wie bereits erwähnt, bedingt ein aussagekräftiger Vergleich zwischen realen und simulierten Prozessschritten eine genaue Synchronisation. Dabei ist auch ein exakter Ausgangspunkt festzulegen, was durch das Initialisieren erfolgt. Wie in FIG 1 durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist, kann das Initialisieren des Simulationsprozesses durch die Sequenz Logik der Originalanlage online gesteuert werden. So kann beispielsweise gewährleistet werden, dass ein Behälter in der Originalanlage und bei der Simulation in einem bestimmten Verfahrensschritt eines bestimmten Rezepts jeweils einen definierten Füllstand hat.

Die einfachen Pfeile in FIG 1 bedeuten dabei signaltechnische Verknüpfungen oder Aktionsverknüpfungen und die Doppelpfeile Datenverbindungen, die beispielsweise zum Parametrieren und Engineering erforderlich sind.

FIG 2 zeigt einen schematischen Signalflussplan zur Gewinnung einer Instandhaltungsanforderung aufgrund der Diagnose, die sich aus dem Vergleich zwischen dem realen Prozess und dem parallellaufenden Simulationsprozess ergeben hat. Erläuterungen zu den Bausteinen finden sich in der Tabelle am Ende der Beschreibung.

FIG 3 zeigt einen Signalflussplan, der die Weiterverarbeitung einer Instandhaltungsanforderung in einem Instandhaltungsmanagement zeigt. Demnach werden Servicemaßnahmen ausgeführt, wenn dies aufgrund einer Informationsbeschaffung, einer Material/Ressourcen-Beschaffung, einer Instandhaltungsplanung und der Instandhaltungsanforderung erforderlich ist. Die Material/Ressourcen-Verwaltung und das Budget wirkt sich dabei auf die Instandhaltungsplanung aus. Darüber hinaus dient das Anlagenmodell zur Informationsbeschaffung.



Tabelle

Komponente	Funktion	Aufgabe
<u>PLC</u>	Logik in TF	<p>Folgemeldungsunterdrückung  Beispiel 1: Ausfall Melde-  spannung bringt (gleich-  zeitig) alle Meldungen aus  der von der Meldespannung  gespeisten Überwachungs-  schleife ("Kontakte").  Beispiel 2: Im Vor-Ort Be-  trieb (von einem Repara-  turschalter aus) müssen  Meldungen unterdrückt wer-  den.</p> <p>Bausteinmeldung  Beispiel 1: Rückmeldeüber-  wachung (Schutzrückmel-  dung, Drehzahlrückmeldung,  Laufzeitmeldung)  Beispiel 2: Betriebsarten-  umschaltung</p>
	Prozessdatenerfassung	Für übergreifende Logik erforderliche Prozesswerte bereitstellen (event- getriggert, bei Messwerten auf Änderung mit Totband)
	Logik zwischen TF's	<p>Technologische Überwachung  einer PLT Stelle  Beispiel 1: Sollwert  Sprung auf Regler muss An-  stieg des Istwerts zur  Folge haben.  Beispiel 2: Stellgröße ei-</p>

		nes Reglers wird größer ohne Sollwertänderung (Ventilsitz Verschleiß). Beispiel 3: Druck- oder Durchflussmessung bei Pumpengruppe
	Nutzungsabhängige Wartung	Schaltspiel-/Laufzeitähler Betriebsstunden bzw. Schaltspiele zählen, bei Überschreiten eines parametrisierten Grenzwerts IH Anforderung erzeugen
	Schnittkettenüberwachung	Zeitüberwachung auf Weicherschaltbedingung
<u>PDM</u>	Scannen Feldgeräte	Information aus intelligenten Feldgeräten PDM (AMS) scannt die erreichbaren Feldgeräte und transferiert (durch Parametrierung ausgewählte) Meldungen  Lebendüberwachung von intelligenten Feldgeräten PDM (AMS) scannt die projektierten Feldgeräte und erzeugt Meldung, wenn ein projektiertes Gerät nicht erreicht werden kann.
	Soll/Ist Vergleich Projekt	Vergleich Projektierung - as is PDM (AMS) scannt die er-

		reichbaren Feldgeräte und erzeugt Meldung, wenn Projektierung ungleich as is (gelesenes Feldgerät nicht im Projekt).
<u>CBA</u>		
<u>CM</u>	Condition Monitoring	Beispiel 1: Schwingungsüberwachung bei Maschine Beispiel 2: Electrical fingerprint bei Motor Beispiel 3: HISS (Riechen, Hören, Schmecken)
<u>HMI</u>	Bedienung von Betriebsart oder Rezeptparametern	Beispiel: Parameter "Regelabweichung" für Fehlermeldung betriebsartenabhängig
	Alarme	Projektierte Alarme = IH Anforderung
<u>Diag</u>	Anlagenverhalten	Vergleich des aktuellen Anlagenverhaltens mit der Historie Beispiel 1: Wie lange hat es bisher gedauert, Material x in Unit y von m auf n % Füllhöhe zu bringen? Vergleich mit aktuellem Schritt. IH Anforderung über User Aktion mit GUI-Unterschützung. User erzeugt IH Anforderung Erforderlich: Archiv Anla-

		genverhalten oder (mindestens) parametrisierte Vergleichswerte
	Logik zwischen TF's	Technologische Überwachung eines Anlagenteils Logik oder Regeln übergreifend über mehrere PLT-Stellen (ggf. auf mehreren PLC's)
	Diagnosemeldung	Meldungshäufigkeit Beispiel 1: Bestimmte Meldenummern von einem bestimmten TP werden (interaktiv) "auf Diagnose gesetzt" und ab dann kontinuierlich überwacht bis eine vermutete Fehlerursache erkannt/analysiert ist. Beispiel 1: Verdacht auf erhöhte Ausfallrate eines Antriebs: Die Meldenummern, Schutzrückmeldung und Bimetallmeldung erzeugen eine Diagnosemeldung, wenn pro Schicht mehr als 5 Meldungen auftraten.
	Auswertung Simulation	Ergebnis der Verfahrens-/Equipmentsimulation mit realen Verfahrens/Anlagenergebnissen vergleichen. Regeln zur Entscheidung, wann ein Vergleich zwischen Simulationsergebnis

		und Ist-Anlage gut/ schlecht ist und (bei Ver- fahrenssimulation) Zuwei- sung zu asset.
	Auswertung Verhalten	<p>Wert aus Archiv Anlagen- verhalten oder aus Anla- genverhalten (mit festen Werten, die bei IBS/Probe- betrieb ermittelt werden) vergleichen mit realen An- lagenergebnissen ver- gleichen.</p> <p>Ansonsten wie oben.</p> <p>Anmerkung: Auswertung Simulation ist vorteilhaft bei Vielzwe- ckanlagen, bei denen die durch die Vielfalt der Produkte/Rezepte ein aus- sagefähiges Archiv Anla- genverhalten nicht gewähr- leistet ist.</p> <p>Auswertung Verhalten ist vorteilhaft bei "Ein- zweck"-Anlagen und Conti- /Semiconti-Anlagen.</p>
<u>Sim</u>	Verfahrenssimulation	<p>Technologische Überwachung von Rezeptschritten</p> <p>SIMIT hat Modelle der An- lagen GO's (Rühren, Hei- zen, Füllen usw.). Jedes einzelne Modell hat Para- meter (Stoff-, Unit- und Produktparameter). Die Si-</p>

		<p>mulation läuft unter BF Kontrolle (BF gibt den Schrittstart mit dem für den Schritt gültigen Parametersatz und dem Ende-Kriterium (z. B. Endtemperatur 92 °C) an SIMIT. SIMIT startet Simulation und gibt nach Erreichen des Ende-Kriteriums den für die GO definierten Ergebnisparametersatz an Diag.</p> <p>SIMIT beherrscht (noch) keine Stoffumwandlungen, solche Operationen (z.B. "Reaktion", "Synthese") müssen durch einfache empirische Gleichungen nachgebildet werden, wenn mehrere GO's in einer "Simulationskette" durchlaufen werden sollen.</p> <p>Weil dieses Verfahren unter der Kontrolle von BF abläuft, sind keine projektspezifischen Engineeringarbeiten erforderlich. SIMIT braucht "nur" verfahrens-/projektneutrale Modelle.</p>
	Equipmentverhalten	<p>Technologische Überwachung des Equipmentverhaltens</p> <p>SIMIT hat Modelle des (technologischen) Equipmentverhaltens (z. B. Widerstands-Heizelement mit</p>

		<p>Zeitverhalten, Wärmeübergang, Wärmefluss im Stoff usw.).</p> <p>Ansonsten sinngemäß wie oben</p>
<u>Arch</u>	Archiv Anlagenverhalten	<p>Historie des Produkt- und Stoff/materialabhängigen Zeitverhaltens von Teilanlagen, Units, Equipments und entsprechende (feste) Parameter.</p> <p>Unterschiedliche Ausprägungen bei Prozess- und diskreter (Fertigungs-) Industrie:</p> <p>Prozessindustrie: Objekte sind Ablaufschritte z. B. Füllen, Heizen usw. und Equipments (S 88), nicht die Objekte des Anlagenmodells z. B. Pumpe, Regelventil usw.</p> <p>Diskrete Industrie: Objekte sind die "Maschinen" des Anlagenmodells.</p>

## Patentansprüche

1. Verfahren zur Instandhaltung eines Systems durch  
5 Ausführen eines Realprozesses in dem System,

g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

- 10 Ausführen eines Simulationsprozesses zeitlich parallel zu dem Realprozess, wobei der Simulationsprozess zumindest einen Teil des Realprozesses simuliert,

- 15 Vergleichen des Simulationsprozesses mit dem Realprozess oder dem Teil davon unter Gewinnen eines Vergleichsergebnisses und  
Ableiten von Instandhaltungsmaßnahmen aus dem Vergleichsergebnis.

- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei zum Ausführen des Simulationsprozesses ein Synchronisieren mit dem Realprozess stattfindet.

- 25 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, wobei der Simulationsprozess und der Realprozess jeweils mehrere Schritte umfassen und mindestens je einer der Schritte zum Ableiten von Instandhaltungsmaßnahmen miteinander verglichen werden.

- 30 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Vergleichen anhand von Endergebnissen des Realprozesses und des Simulationsprozesses betreffend insbesondere verfahrenstechnische Größen und/oder von Teilergebnissen von einem oder mehreren Schritten des Realprozesses und des Simulationsprozesses betreffend insbesondere verfahrenstechnische Größen erfolgt.

35

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Realprozess und der Simulationsprozess zusammen von einer



einzigsten Steuereinrichtung gesteuert werden.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei eine  
5 Instandhaltungsmaßnahme ein Alarm und/oder ein Aktivieren  
eines Instandhaltungssystems ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei aus ei-  
ner Realprozessstruktur eine Simulationsprozessstruktur au-  
tomatisch erzeugt wird, insbesondere unter Verwendung eines  
10 generischen Simulationsmodells.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei der Si-  
mulationsprozess mit Stoff- und/oder Produktionsparametern  
aus dem Realprozess versorgt wird.  
15

9. Vorrichtung zur Instandhaltung eines Systems, auf dem ein  
Realprozess mit einem oder mehreren Realprozessschritten ab-  
laufbar ist,

20 g e k e n n z e i c h n e t d u r c h

eine Simulationseinrichtung zum Simulieren zumindest eines  
Teils des Realprozesses durch einen Simulationsprozess, wobei  
der Simulationsprozess zeitlich parallel zu dem Realprozess  
25 ausführbar ist,

eine Vergleichseinrichtung zum Vergleichen des Simulations-  
prozesses mit dem Realprozess unter Gewinnen eines Ver-  
gleichsergebnisses und  
30

eine Steuereinrichtung zum Veranlassen einer Instandhal-  
tungsmaßnahme auf der Grundlage des Vergleichsergebnisses.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, wobei der Simulationsprozess  
35 in der Simulationseinrichtung mit dem Realprozess synch-  
ronisierbar ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, wobei der Simulationsprozess und der Realprozess jeweils mehrere Schritte umfassen und mindestens je einer der Schritte in der Vergleichseinrichtung miteinander vergleichbar sind.

5

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, wobei in der Vergleichseinrichtung das Vergleichen anhand von Endergebnissen des Realprozesses und des Simulationsprozesses betreffend insbesondere verfahrenstechnische Größen und/oder von Teilergebnissen von einem oder mehreren Schritten des Realprozesses und des Simulationsprozesses betreffend insbesondere verfahrenstechnische Größen durchführbar ist.

10

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei der Realprozess und der Simulationsprozess zusammen von einer einzigen Steuereinrichtung steuerbar ist.

15

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, die in ein Instandhaltungssystem eingebettet ist.

20

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 14, wobei aus einer Realprozessesstruktur eine Simulationsprozessesstruktur automatisch, insbesondere unter Verwendung eines generischen Simulationsmodells erzeugbar ist.

25

16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei die Simulationseinrichtung mit Produktionsparametern aus dem Realprozess versorgbar ist.